
	Impianto: <b>Linea a 380 kV D.T. Binata Mantova – EniPower Mantova</b>	Documento: <b>RG41EMNA1BBX00001</b>	
Area Operativa Trasmissione di Milano - Unità Linee	Titolo: <b>Relazione tecnica</b>	Rev. 00	Pag. 1 di 6

## Linea a 380 kV D.T. Binata

# MANTOVA – ENIPOWER MANTOVA


**Incarico per la rilevazione e l'analisi dei campi elettromagnetici lungo il tracciato dell'elettrodotto nei Comuni di Mantova, San Giorgio di Mantova e Bigarello in Provincia di Mantova.**

00	21/03/2006	Prima emissione	G. Muzzi		F. Pedrinazzi	N. Morelli
Rev.	Data	Descrizione revisione	Elaborato	Collaborazioni	Verificato	Approvato

	Impianto: <b>Linea a 380 kV D.T. Binata          Mantova – EniPower Mantova</b>	Documento: <b>RG41EMNA1BBX00001</b>	
Area Operativa Trasmissione di Milano - Unità Linee	Titolo: <b>Relazione tecnica</b>	Rev. 00	Pag. 2 di 6

## INDICE

- 1) **Premessa**
- 2) **Metodologia di lavoro**
- 3) **Risultati**
- 4) **Conclusioni**
- 5) **Allegati**

	Impianto: <b>Linea a 380 kV D.T. Binata Mantova – EniPower Mantova</b>	Documento: <b>RG41EMNA1BBX00001</b>	
Area Operativa Trasmissione di Milano - Unità Linee	Titolo: <b>Relazione tecnica</b>	Rev. 00	Pag. 3 di 6

## 1) Premessa

La Società EniPower Trasmissione s.p.a. ha incaricato la Società Terna S.p.a. di eseguire misurazioni di campi elettromagnetici lungo il tracciato dell'elettrodotto a 380 kV in doppia terna binata ed ottimizzata, che collega la Centrale EniPower di Mantova alla Stazione Elettrica Terna di Bigarello (MN).

L'elettrodotto si sviluppa in cavo interrato nei Comuni di Mantova e San Giorgio di Mantova, dove è ubicata la stazione cavo - aereo e in linea aerea nei Comuni di San Giorgio e Bigarello, il tutto in Provincia di Mantova.

## 2) Metodologia di lavoro

Le rilevazioni sono state effettuate nel periodo compreso tra il 20.12.2005 ed il 22.12.2005 utilizzando la seguente strumentazione:

- Misuratore di temperatura DELTA OHM HD9215 n° B0021 - taratura valida fino al 15.03.2006
- Misuratore di campo elettromagnetico EMDEX II n° B0082 – taratura valida fino al 20.03.2007.


Le zone di misurazione sono state concordate con il cliente e selezionate, in via cautelativa, individuando i punti più critici ai fini della esposizione ai campi Elettro Magnetici (CEM), come di seguito esposto, sia lungo l'elettrodotto aereo che lungo l'elettrodotto in cavo interrato.

- Parte aerea: è costituita da n. 3 tratti rettilinei, con 2 cambi di direzione, in corrispondenza dei sostegni n. 4 e n. 8.

E' stata effettuata una misurazione nei casi più significativi, in particolare, nelle adiacenze della stazione di transizione cavo - aereo ed in ciascuna delle 3 tratte rettilinee (S3÷S6) selezionando la zona di misura sulla mezzeria della campata, dove i cavi risultavano più vicini al terreno (caso peggiore ai fini dei CEM al suolo)

- Parte in cavo: sono state effettuate 2 misurazioni(S1 ed S2) selezionate con il seguente criterio:

S1: zona dopolavoro POLIMERI EUROPA - il cavo passa nelle adiacenze del dopolavoro POLIMERI EUROPA, mantenendosi però ad una profondità elevata (oltre 16 m), poichè è il tratto di attraversamento del Diversivo del Mincio, tramite Trivellazione Orizzontale Controllata;

	Impianto: <b>Linea a 380 kV D.T. Binata Mantova – EniPower Mantova</b>	Documento: <b>RG41EMNA1BBX00001</b>	
Area Operativa Trasmissione di Milano - Unità Linee	Titolo: <b>Relazione tecnica</b>	Rev. 00	Pag. 4 di 6

S2: zona cantiere Betonrossi - in questo tratto la profondità di posa del cavo è minima (caso peggiore ai fini dei CEM al suolo).

L'altezza di rilevazione è pari ad 1 metro dal suolo.

Per poter garantire un corretto parametro di confronto, in prima analisi si è provveduto a paragonare i dati di uscita dal programma di calcolo "EMF-CRE v. 4.05" del CESI S.p.A., rispondente alla norma CEI 211-6 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana" ed utilizzato da TERNA per le simulazioni, con quelli contenuti nel documento Snamprogetti n° MN-L109.

Alle pagine 2 e 3 del documento TG41EMNA1BBX0001 rev. 00 sono stati riportati i diagrammi dell'induzione magnetica e del campo elettrico al suolo generati dal calcolo del programma EMFCRE che risultano sovrapponibili a quelli presentati in sede autorizzativa e contenuti nel documento MN-L109 alle pagine 9 e 17.

Le condizioni di ingresso nelle due simulazioni (programma EMFCRE del CESI e programma di simulazione del documento MN-L109) con cui sono stati calcolati i CEM al suolo, sono identiche: corrente di 1000 A per ciascuna terna, altezza dei conduttori dal suolo di 12 m, configurazione della linea ottimizzata, con mensole isolanti e con conduttori binati aventi diametro di 31,5 mm.


Queste simulazioni, perfettamente paragonabili, permetteranno anche un confronto tra le condizioni reali simulate e quelle rilevate strumentalmente.

#### Elettrodotto in cavo interrato

L'elettrodotto in conduttore interrato si estende dalla stazione di trasformazione aereo-cavo fino all'interno dello stabilimento EniPower di Mantova, situato nella zona sud-est del Comune di Mantova in adiacenza alla Strada Statale n° 482.

Le misurazioni rilevate per il conduttore in cavo interrato riguardano solamente il campo magnetico, dato l'azzeramento di quello elettrico ottenuto dalla massa isolante che riveste il cavo stesso.

L'intervallo di misurazione è pari a 2,5 metri, perpendicolarmente al cavo, ed esteso per 12,5 metri a destra e 12,5 metri a sinistra.

	Impianto: <b>Linea a 380 kV D.T. Binata Mantova – EniPower Mantova</b>	Documento: <b>RG41EMNA1BBX00001</b>	
Area Operativa Trasmissione di Milano - Unità Linee	Titolo: <b>Relazione tecnica</b>	Rev. 00	Pag. 5 di 6

Sul tracciato, come già indicato, sono state effettuate

- zona di arrivo del tunnel di attraversamento della Strada Statale n° 482 ( nei pressi del dopolavoro POLIMERI EUROPA – S1 )
- aperta campagna nelle adiacenze del Cantiere Betonrossi (S2)

### Elettrodotto aereo

L'elettrodotto in conduttore aereo si estende dalla stazione elettrica TERNA di Bigarello alla stazione di trasformazione aereo-cavo, situata in prossimità dell'Autostrada A22 in Comune di San Giorgio di Mantova.

Sul tracciato sono state individuate numero 4 zone in altrettante campate e precisamente:

- campata tra i sostegni n° 1 e 2, sezione a 135 metri dal sostegno 1 verso il 2 (S3)
- campata tra i sostegni n° 3 e 4, sezione a 275 metri dal sostegno 3 verso il 4 (S4)
- campata tra i sostegni n° 7 e 8, sezione a 241 metri dal sostegno 7 verso l' 8 (S5)
- campata tra i sostegni n° 11 e 12, sezione a 235 metri dal sostegno 11 verso il 12 (S6).

I suddetti punti sono stati identificati come quelli di massima freccia del conduttore, ossia con la minore distanza tra il conduttore ed il suolo.

In corrispondenza di ogni punto sono state effettuate le misurazioni, con un intervallo di misura di 5 metri, discostandosi perpendicolarmente all'elettrodotto per 35 metri a sinistra e 35 metri a destra.

Tutte le sezioni sono graficamente individuate nell'elaborato DG41EMNA1BBX00001 rev. 00


### **3) Risultati**

Le rilevazioni dei campi elettrico e magnetico lungo il tracciato della linea aerea hanno evidenziato valori massimi pari a 2,22 MicroTesla per il campo magnetico e 1,89 kV/m per il campo elettrico.

Detti valori sono stati riscontrati in corrispondenza della sezione effettuata nella campata compresa tra i sostegni n° 11 e n° 12.

Per il percorso in cavo interrato i valori massimi riscontrati sono stati pari a 0,85 MicroTesla per il campo magnetico, mentre come precedentemente accennato non vi è presenza di campo elettrico visto l'isolamento del cavo stesso.

Tale valore massimo è stato riscontrato nella sezione adiacente il cantiere Betonrossi.

	Impianto: <b>Linea a 380 kV D.T. Binata Mantova – EniPower Mantova</b>	Documento: <b>RG41EMNA1BBX00001</b>	
Area Operativa Trasmissione di Milano - Unità Linee	Titolo: <b>Relazione tecnica</b>	Rev. 00	Pag. 6 di 6

Risulta ovvio che i suddetti valori sono influenzati da diversi elementi, in modo particolare dal flusso di corrente circolante nella linea al momento delle rilevazioni che non risulta essere sempre costante nell'arco delle 24 ore.

Ogni rilevazione è quindi legata alla corrente circolante in quel preciso momento storico.

Inoltre, nel documento TG41EMNA1BBX00001 rev. 00 è stato allegato un grafico di confronto tra la situazione rilevata strumentalmente alla sezione S6 e la stessa circostanza simulata con i medesimi parametri della rilevazione ed il programma di calcolo EMFCRE.

Per una migliore comprensione ed analisi dei risultati, sono allegati tutti i risultati in forma tabellare ed in forma grafica nell'elaborato TG41EMNA1BBX00001 rev. 00.

#### 4) Conclusioni



I risultati delle simulazioni effettuate con il programma EMFCRE del CESI, come già citato, hanno prodotto, a parità di condizioni in ingresso, valori di campi elettromagnetici perfettamente confrontabili con quelli riportati nel documento MN-L109.

I valori misurati in tutti i punti S1÷S6, confrontati con le simulazioni del programma EMFCRE del CESI, hanno dato livelli di campi elettromagnetici inferiori a quelli ricavati dalle simulazioni, in linea con i valori attesi ed abbondantemente al di sotto dei limiti di legge (3 micro Tesla ai ricettori, ai sensi del DPMC 8 luglio 2003, G.U. n. 200 del 29 agosto 2003).

Essendo poi i punti in cui sono state effettuate le misure quelli più critici (in base a quanto esposto circa i criteri di scelta dei punti di misura), si può affermare che il rispetto dei limiti dei CEM è garantito per tutto l'elettrodotto, sia nella parte di linea aerea che nella parte di linea in cavo.

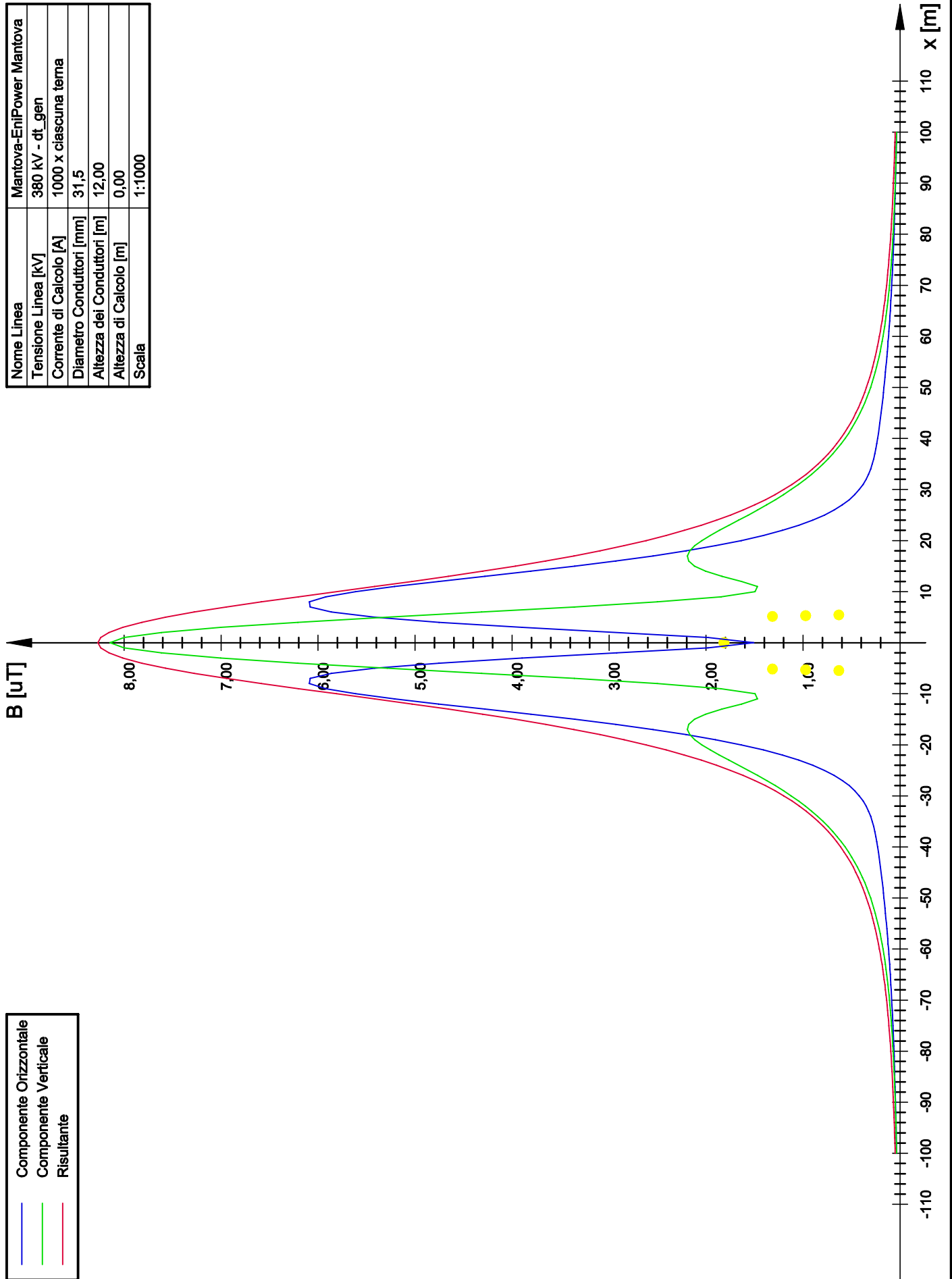
#### 5) Allegati

- Documento DG41EMNA1BBX00001 rev. 00
- Documento TG41EMNA1BBX00001 rev. 00

-	-	-	-	-	-
00	21/03/2006	Prima emissione	G. Muzzi	F. Pedrinazzi	N. Morelli
Rev.	Data	Descrizione della revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
 <b>Area Operativa Trasmissione di Milano</b> Unità Linee		Impianto: Linea a D.T. Binata <b>Mantova - EniPower Mantova</b> Titolo: Incarico per la rilevazione e l'analisi dei campi elettromagnetici lungo il tracciato dell'elettrodotto nei Comuni di Mantova, San Giorgio di Mantova e Bigarello in Provincia di Mantova. Tabelle e grafici	N°terna: <b>EMN</b>	Tensione(kV): <b>380</b>	Scale: -
Ricavato dal doc.:		Files: TG41EMNA1BBX00001_00.pdf	Formato: A4	Foglio: 1 di 14	
		Identificativo documento: <b>T G 41EMNA1 B BX 00001</b>			
TERNA si riserva a termini di legge la proprietà di questo documento, con divieto di riprodurlo, di consegnarlo o di renderlo comunque noto a Terzi senza preventiva autorizzazione.				 CERT. N. 9141. TERN ISO 9001:2000	
Progetto:		Identificativi doc. esterno:			
-		-			
-		-			

# Diagramma dell'Induzione Magnetica al suolo simulato con i parametri del documento MN-L109

Nome Linea	Mantova-EniPower Mantova
Tensione Linea [kV]	380 kV - dt_gen
Corrente di Calcolo [A]	1000 x ciascuna tema
Diametro Conduttori [mm]	31,5
Altezza dei Conduttori [m]	12,00
Altezza di Calcolo [m]	0,00
Scala	1:1000

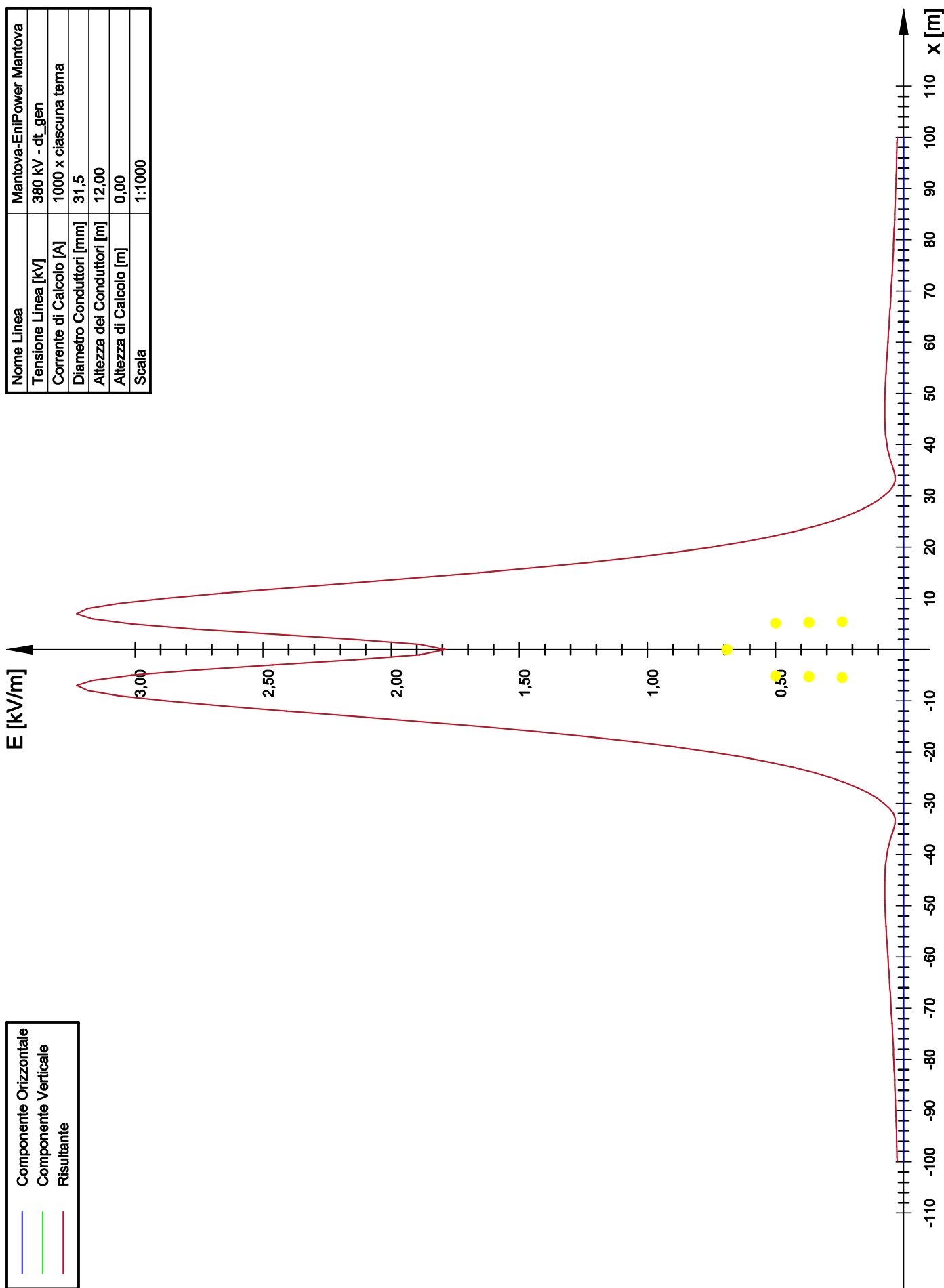


— Componente Orizzontale  
— Componente Verticale  
— Risultante



# Diagramma del Campo Elettrico al suolo simulato con i parametri del documento MN-L109

Nome Linea	Mantova-EriPower Mantova
Tensione Linea [kV]	380 kV - dt_gen
Corrente di Calcolo [A]	1000 x ciascuna terza
Diametro Conduttori [mm]	31,5
Altezza dei Conduttori [m]	12,00
Altezza di Calcolo [m]	0,00
Scala	1:1000



Componente Orizzontale  
Componente Verticale  
Risultante

**Valori dei Campi E/M**  
 elaborati con i parametri del documento MN-L109

Nome Linea	Mantova-EniPower Mantova
Tensione Linea [kV]	380 kV - dt_gen
Corrente di Calcolo [A]	1000 x ciascuna tema
Diametro Conduttori [mm]	31,5
Altezza dei Conduttori [m]	12,00
Altezza di Calcolo [m]	0,00
Scala	1:1000

**Valori efficaci dei campi calcolati relativi al profilo laterale**

Dist. [m]	E orizz. [kV/m]	E vert. [kV/m]	E ris. [kV/m]	B orizz. [uT]	B vert. [uT]	B ris. [uT]
-90,0	0,000	0,031	0,031	0,047	0,050	0,069
-85,0	0,000	0,035	0,035	0,055	0,059	0,081
-80,0	0,000	0,039	0,039	0,063	0,072	0,096
-75,0	0,000	0,043	0,043	0,074	0,088	0,115
-70,0	0,000	0,049	0,049	0,086	0,109	0,139
-65,0	0,000	0,055	0,055	0,101	0,138	0,171
-60,0	0,000	0,061	0,061	0,119	0,176	0,213
-55,0	0,000	0,068	0,068	0,141	0,229	0,269
-50,0	0,000	0,073	0,073	0,166	0,304	0,347
-45,0	0,000	0,074	0,074	0,195	0,412	0,456
-40,0	0,000	0,065	0,065	0,231	0,567	0,612
-35,0	0,000	0,039	0,039	0,287	0,794	0,845
-30,0	0,000	0,077	0,077	0,420	1,122	1,198
-25,0	0,000	0,284	0,284	0,780	1,565	1,749
-20,0	0,000	0,749	0,749	1,638	2,044	2,619
-15,0	0,000	1,658	1,658	3,353	2,119	3,966
-10,0	0,000	2,882	2,882	5,614	1,495	5,810
-5,0	0,000	3,012	3,012	5,418	5,288	7,571
0,0	0,000	1,788	1,788	1,509	8,131	8,269
Dist. [m]	E orizz. [kV/m]	E vert. [kV/m]	E ris. [kV/m]	B orizz. [uT]	B vert. [uT]	B ris. [uT]
0,0	0,000	1,788	1,788	1,509	8,131	8,269
5,0	0,000	3,012	3,012	5,418	5,288	7,571
10,0	0,000	2,882	2,882	5,614	1,495	5,810
15,0	0,000	1,658	1,658	3,353	2,119	3,966
20,0	0,000	0,749	0,749	1,638	2,044	2,619
25,0	0,000	0,284	0,284	0,780	1,565	1,749
30,0	0,000	0,077	0,077	0,420	1,122	1,198
35,0	0,000	0,039	0,039	0,287	0,794	0,845
40,0	0,000	0,065	0,065	0,231	0,567	0,612
45,0	0,000	0,074	0,074	0,195	0,412	0,456
50,0	0,000	0,073	0,073	0,166	0,304	0,347
55,0	0,000	0,068	0,068	0,141	0,229	0,269
60,0	0,000	0,061	0,061	0,119	0,176	0,213
65,0	0,000	0,055	0,055	0,101	0,138	0,171
70,0	0,000	0,049	0,049	0,086	0,109	0,139
75,0	0,000	0,043	0,043	0,074	0,088	0,115
80,0	0,000	0,039	0,039	0,063	0,072	0,096
85,0	0,000	0,035	0,035	0,055	0,059	0,081
90,0	0,000	0,031	0,031	0,047	0,050	0,069

MISURE DI CAMPO  
ELETTROMAGNETICO



Relazione:

RREL05-  
0338MISTZCC

AOT Milano

Allegato n°

1

Team Controlli e Collaudi

Data:

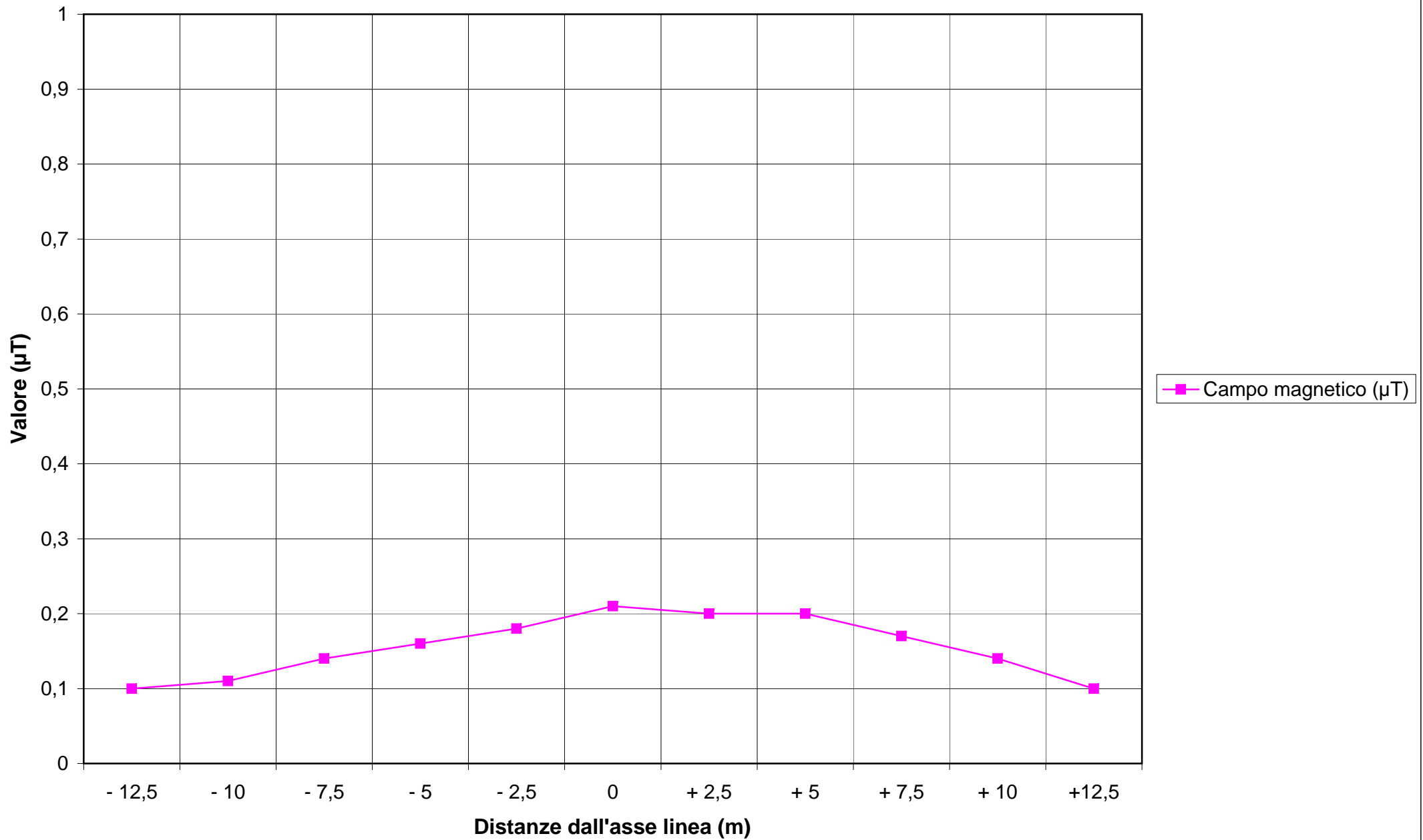
27/12/05

**Linea EMN 380 kV Mantova ENI POWER - Mantova TERNA**

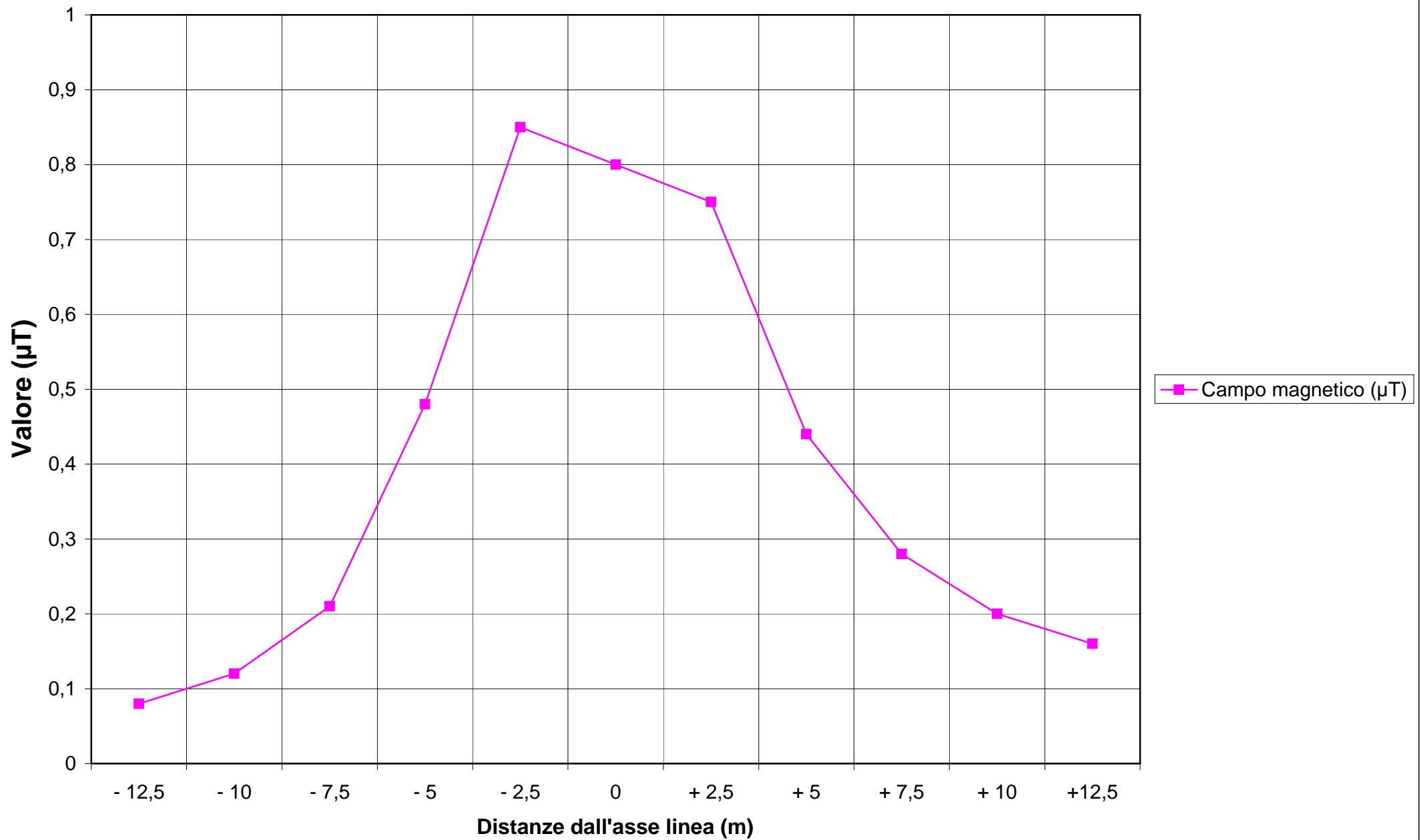
**PUNTI di MISURA ( in metri dall' asse linea )**

	- 12,5	- 10	- 7,5	- 5	- 2,5	0	+ 2,5	+ 5	+ 7,5	+ 10	+12,5	
<b>Adiacenze dopolavoro</b>												
<b>Polimeri Europa (S1)</b>												
Tensione di linea (kV)						405						
Corrente di linea (A)						904						
Campo magnetico (µT)	0,1	0,11	0,14	0,16	0,18	0,21	0,2	0,2	0,17	0,14	0,1	
ora					10.00		10.10					
temperatura ambiente (°C)						- 1.0						
<b>Adiacenze Cantiere</b>												
<b>Betonrossi (S2)</b>												
Tensione di linea (kV)						405						
Corrente di linea (A)						901						
Campo magnetico (µT)	0,08	0,12	0,21	0,48	0,85	0,8	0,75	0,44	0,28	0,2	0,16	
ora					10.35		10.45					
temperatura ambiente (°C)						5.0						
Strumentazione utilizzata:	Misuratore di campo elettromagnetico EMDEX II n°B0082 20/03/2007											
	Misuratore di temperatura DELTA OHM HD9215 n° B0021 15/03/2006											
Copia a:	Misure eseguite il:	21/12/2005					Visto	CONTROLLI e COLLAUDI				
	presso:	Linea EMN ENIPOWER MN						Riccardi Giuseppe				
	da:	Gallo										

**Linea EMN - Tratto in cavo interrato**  
**Zona dopolavoro POLIMERI EUROPA - Rilevazione S1**



**Linea EMN - Tratto in cavo interrato  
Zona Cantiere Betonrossi - Rilevazione S2**





## MISURE DI CAMPO ELETTROMAGNETICO



Relazione:

RREL05-0338MISTZCC

AOT Milano

Team Controlli e Collaudi

Allegato n°

1

Data:

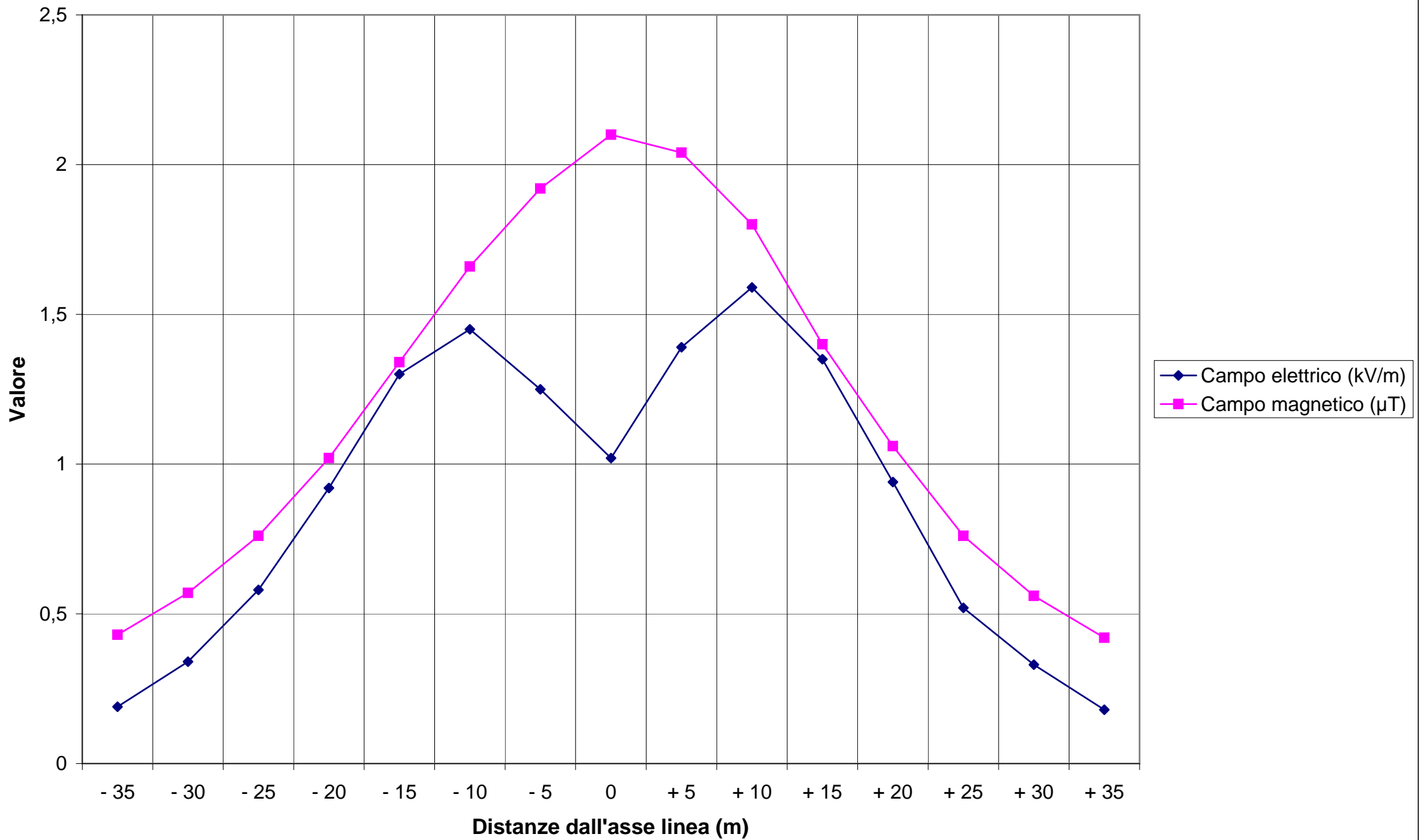
27/12/05

### Linea EMN 380 kV Mantova ENI POWER - Mantova TERNA

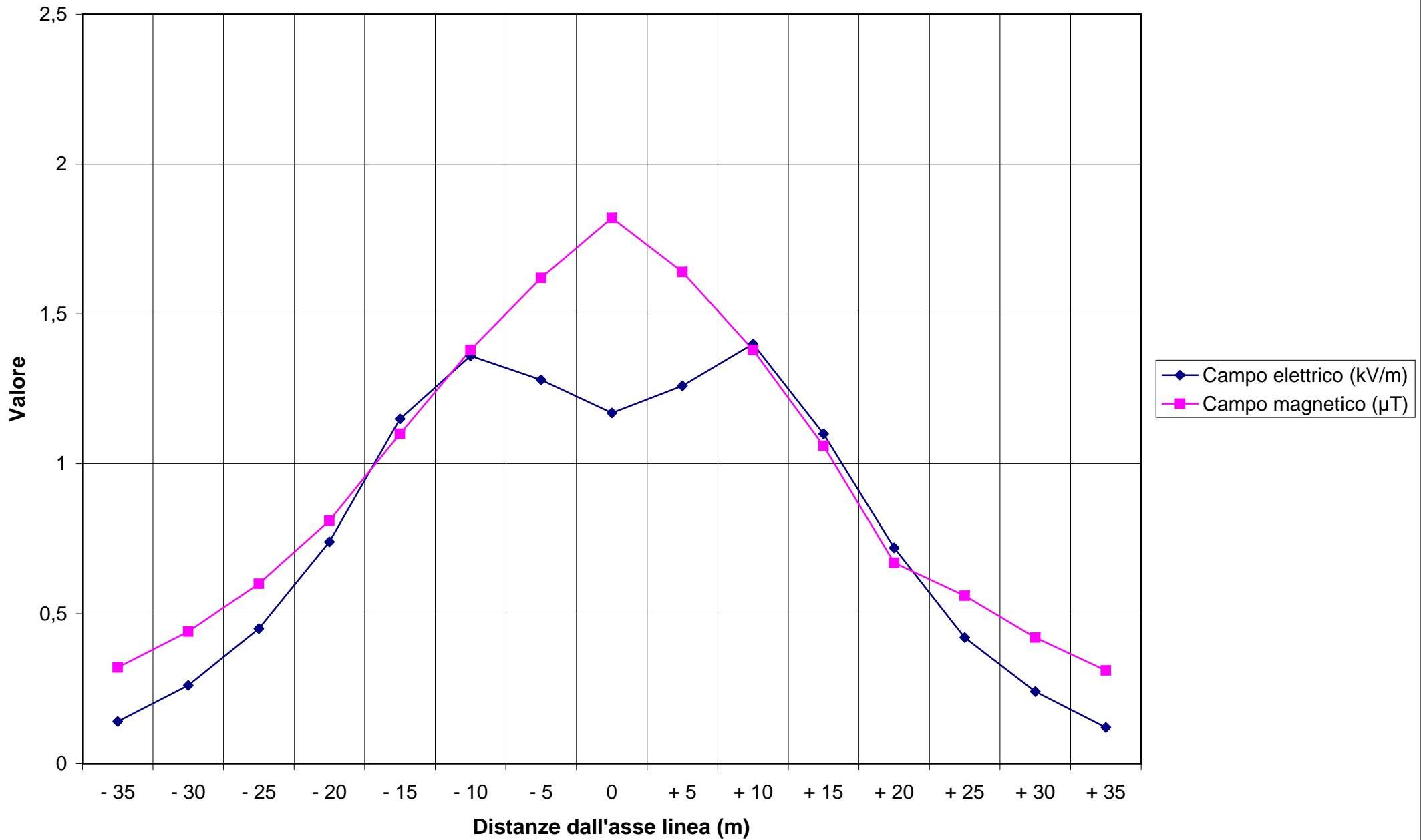
#### PUNTI di MISURA ( in metri dall' asse linea )

	- 35	- 30	- 25	- 20	- 15	- 10	- 5	0	+ 5	+ 10	+ 15	+ 20	+ 25	+ 30	+ 35	
<b>Campata aerea 1-2 (S3)</b>																
Tensione di linea (kV)								403								
Campo elettrico (kV/m)	0,19	0,34	0,58	0,92	1,3	1,45	1,25	1,02	1,39	1,59	1,35	0,94	0,52	0,33	0,18	
Corrente di linea (A)								896								
Campo magnetico (µT)	0,43	0,57	0,76	1,02	1,34	1,66	1,92	2,1	2,04	1,8	1,4	1,06	0,76	0,56	0,42	
ora							15.30		15.15							
temperatura ambiente (°C)								6.3								
<b>Campata aerea 3-4 (S4)</b>																
Tensione di linea (kV)								403								
Campo elettrico (kV/m)	0,14	0,26	0,45	0,74	1,15	1,36	1,28	1,17	1,26	1,4	1,1	0,72	0,42	0,24	0,12	
Corrente di linea (A)								900								
Campo magnetico (µT)	0,32	0,44	0,6	0,81	1,1	1,38	1,62	1,82	1,64	1,38	1,06	0,67	0,56	0,42	0,31	
ora							12.00		12.30							
temperatura ambiente (°C)								7.0								
<b>Campata aerea 7-8 (S5)</b>																
Tensione di linea (kV)								403								
Campo elettrico (kV/m)	0,05	0,12	0,24	0,6	0,87	1,15	1,11	1	1,22	1,29	1,03	0,68	0,41	0,23	0,13	
Corrente di linea (A)								892								
Campo magnetico (µT)	0,35	0,47	0,61	0,83	1,1	1,36	1,6	1,64	1,48	1,24	1	0,74	0,54	0,39	0,29	
ora							16.25		16.15							
temperatura ambiente (°C)								5.0								
<b>Campata aerea 11-12 (S6)</b>																
Tensione di linea (kV)								403								
Campo elettrico (kV/m)	0,11	0,23	0,44	0,85	1,24	1,7	1,69	1,16	1,75	1,89	1,23	0,74	0,41	0,2	0,11	
Corrente di linea (A)								901								
Campo magnetico (µT)	0,36	0,51	0,7	1	1,38	1,78	2,14	2,22	2,1	1,68	1,8	0,84	0,58	0,41	0,31	
ora							10.50		10.10							
temperatura ambiente (°C)								1.0								
Strumentazione utilizzata:	Misuratore di campo elettromagnetico EMDEX II n°B0082 20/03/2007															
	Misuratore di temperatura DELTA OHM HD9215 n° B0021 15/03/2006															
Copia a:	Misure eseguite il:	20/12/2005					Visto	CONTROLLI e COLLAUDI								
	presso:	Linea EMN ENIPOWER MN						Riccardi Giuseppe								
	da:	Gallo														

Linea EMN - Tratto in conduttore aereo  
Campata 1-2 - Rilevazione S3

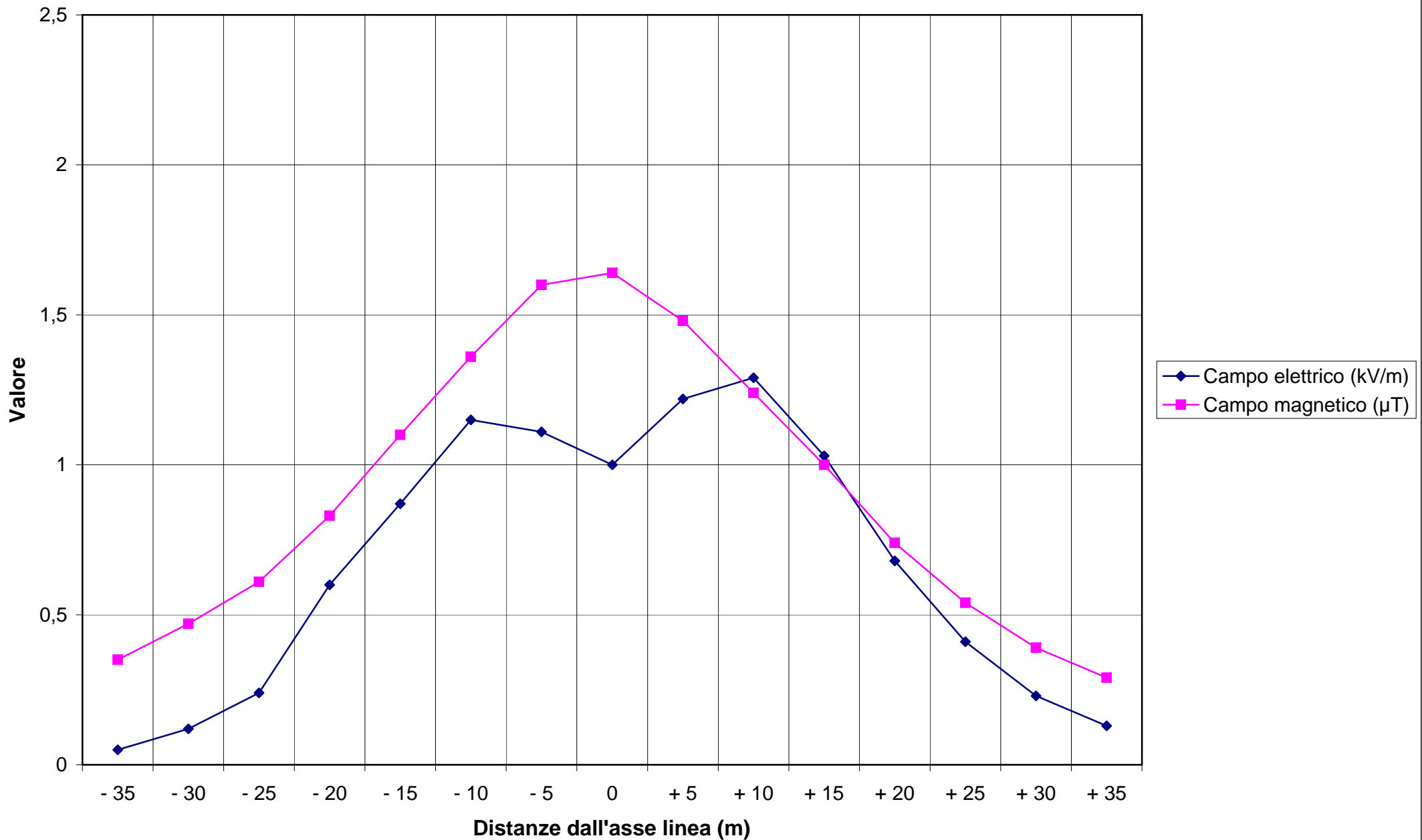


Linea EMN - Tratto in conduttore aereo  
Campata 3-4 - Rilevazione S4

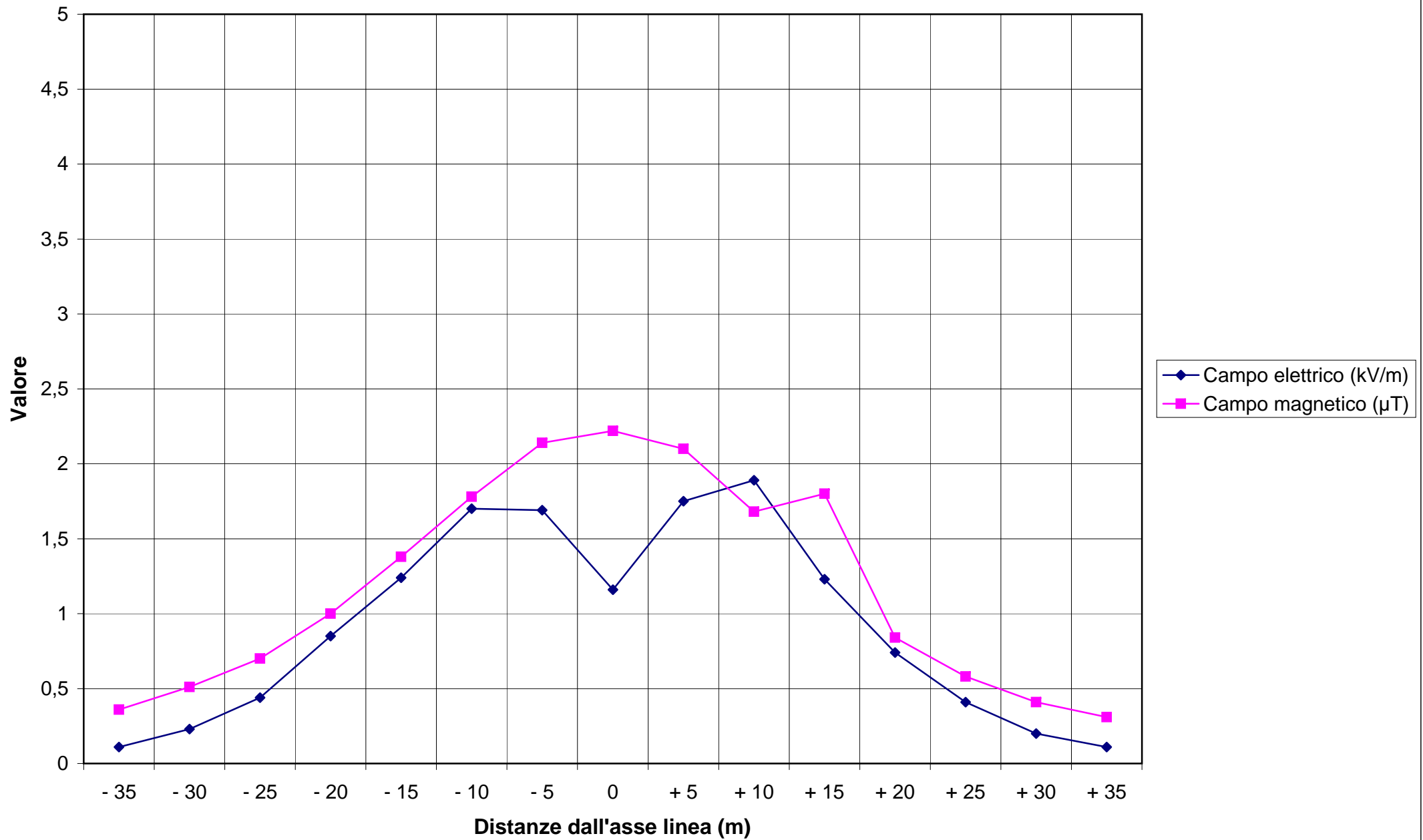




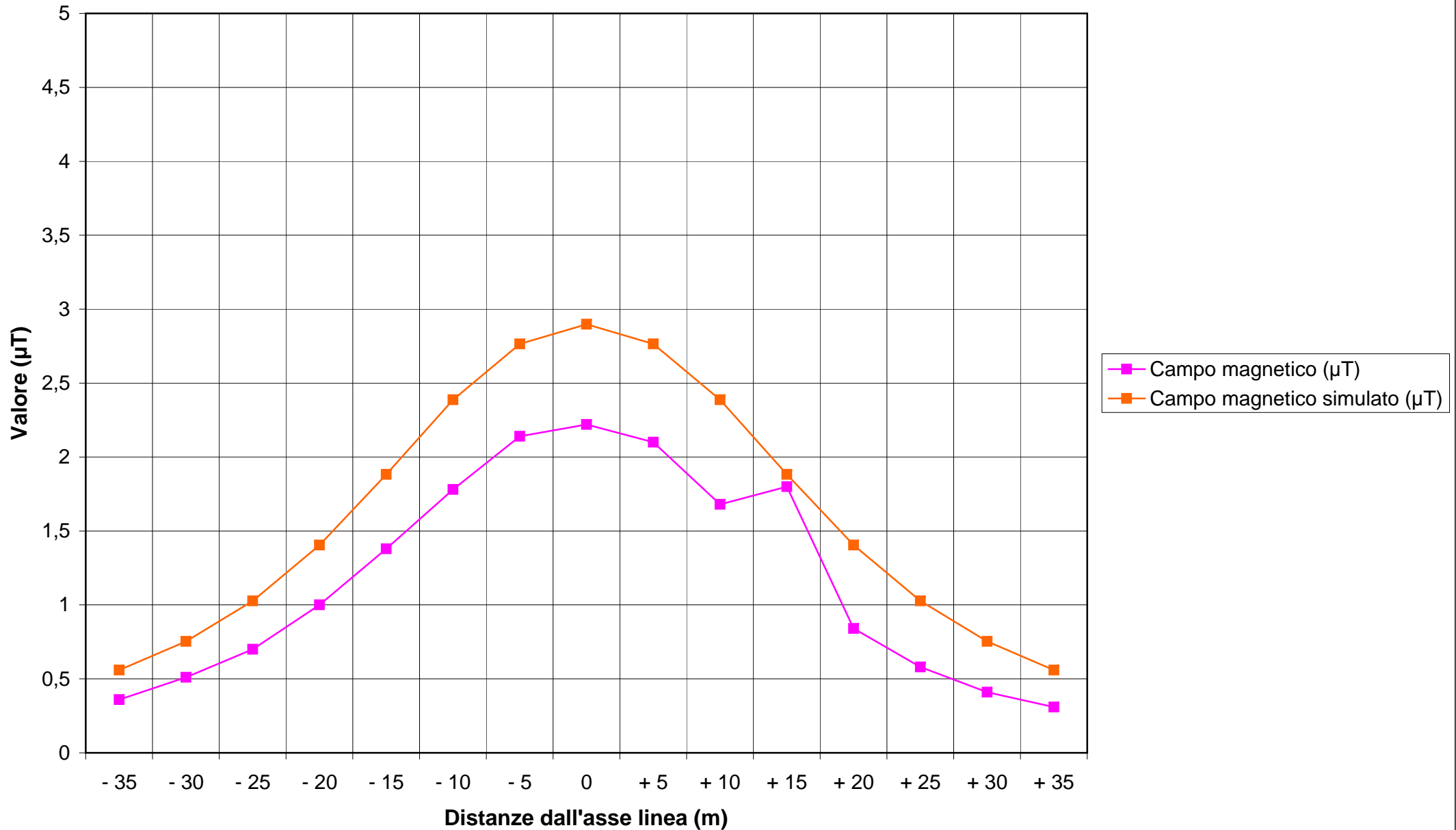
Linea EMN - Tratto in conduttore aereo  
Campata 7-8 - Rilevazione S5



Linea EMN - Tratto in conduttore aereo  
Campata 11-12 - Rilevazione S6



**Linea EMN - Tratto in conduttore aereo**  
**Grafico di confronto del campo magnetico nella campata 11-12**  
**Dati di ingresso ricavati dalla rilevazione S6**



**Linea EMN - Tratto in conduttore aereo**  
**Grafico di confronto del campo elettrico nella campata 11-12**  
**Dati di ingresso ricavati dalla rilevazione S6**

